

**IDEJNO REŠENJE FORME STAKLENIKA U ODNOSU NA OPTIMALNO ODVOĐENJE
ATMOSFERSKIH PADA VINA****THE CONCEPTUAL SOLUTION OF THE GREENHOUSE FORM BASED ON OPTIMAL
DRAINAGE OF THE ATMOSPHERIC PRECIPITATION**

Nina Papić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – DIGITALNI DIZAJN

Kratak sadržaj – Tema ovog rada jeste generisanje forme staklenika, sa naglaskom na rešavanju problema taloženja i odvođenja kišnice sa krova objekta. Osnovna ideja projekta jeste uspostavljanje organske forme staklenika pomoću digitalnih tehnologija i parametarskog dizajna, uz istovremenu artikulaciju poboljšanja sistema za odvođenje kišnice, samim tim i načina dugotrajnog održavanja objekta. Naglasak je takođe na komparaciji novog modela staklenika sa staklenikom koji je izgrađen kao sastavni deo kompleksa Prirodno-matematičkog fakulteta, u Novom Sadu. Ovim radom se ukazuje na razloge izmene trenutne forme staklenika i na vrednosti koje bi nastale prilikom njene evaluacije. Cilj projekta jeste da se ustanovi raznovrsnost i mogućnosti dizajna staklene strukture, koja svojim odlikama pokazuje da može biti održiva.

Ključne reči: digitalne tehnologije, organska forma, odvođenje kišnice, parametarski dizajn, Prirodno-matematički fakultet, staklenik

Abstract – This paper topic is the generation of the form of a greenhouse, with an emphasis on solving the problem of deposition and drainage of rainwater from the roof of the building. The project's main idea is to establish the organic form of the greenhouse using digital technologies and parametric design, while simultaneously articulating the improvement of the rainwater drainage system, and thus the way of long-term maintenance of the facility. The emphasis is also on the comparison of the new model of the greenhouse with the greenhouse that was built as an integral part of the complex of the Faculty of Natural Sciences and Mathematics in Novi Sad. This paper points out the reasons for changing the greenhouse's current shape and the values that would arise during its evaluation. This project aims to establish the diversity and possibilities of glass structure design, which, with its characteristics, shows that it can be sustainable.

Keywords: Digital technologies, organic form, rainwater drainage, parametric design, Faculty of Natural Sciences and Mathematics, greenhouse

1. UVOD

U ovom radu naglasak je na sintezi forme i funkcije staklenika, u odnosu na primer staklenika u univerzitet-skom kampusu u Novom Sadu, kod Prirodno-matematičkog fakulteta.

Predmet istraživanja jeste način generisanja organske, slobodne forme staklenika, sa akcentom na rešavanju problema preteranog sakupljanja kišnice na krovu objekta i odvođenja vode. Arhitektonskim konceptom organske forme, pravi se sklad sa prirodnim okruženjem u kojem je objekat smešten.

1.2 Stanje u oblasti – Istorija staklenika

Kako bi se ustanovila nova forma staklenika, istraženi su istorijski podaci o istima, kako bi se ustanovio razvoj staklenika kao tipologije, njihove prednosti i mane. Forma staklenika ili rasadnika kako su prvobitno dobili naziv, nije se drastično menjala početkom istorije. Najveća dostignuća u izgradnji rasadnika nastaju u 18. veku, kada se rasadnici premeštaju u zatvoreni prostor i time dobijaju definisani konstruktivni sklop.

Džozef Pakston (Joseph Paxton) je jedan od arhitekata koji postavlja temelje u izgradnji staklenika i staklenikh struktura uopšte, čija će primena dostići ekspanziju u 20. i 21. veku [1]. Džozef Pakston je nadošao na rešenje problema isušivanja velike površine krovnog dela staklenika.

Pakstonov krov sa grebenom i brazdom [2], dizajniran je tako da u objekat uđe više svetlosti i da se niz njih voda što brže sliva u limene oluke pri dnu svake brazde, do glavnih oluka, postavljenih uz objekat, pod pravim uglom. Pojava tehnologije u 20. veku ubrzala je pre svega, razvoj infrastrukture staklenika. Razvija se ideja o načinu sakupljanja kišnice radi kasnije upotrebe vode za navodnjavanje. Sakupljanje kišnice u staklenicima, vrši se preko krovnih površina, putem oluka, do korita, postavljenih neposredno uz staklenik, dok se za forme staklenika većih gabarita koriste rezervoari, koji se nalaze ispod objekta.

Materijal za zatvaranje modernog staklenika počeo je da zavisi od namene, dugotrajnosti gajenja biljaka i gabarita objekta. Na sfernom objektu Amazon Sfers (Amazon Spheres), u Sijetlu primenjeni materijali su staklo i čelik, čija kombinacija odgovara materijalu njihovog urbanog okruženja. Tim arhitekata NBBJ studija, osmislili su čelični šestougaoni okvir, koji doprinosi kreiranju objekta monumentalnih dimenzija sa naizgled prefabrikovanom, samonosećom konstrukcijom elemenata [3].

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio doc. dr Marko Jovanović.

U skladu sa prethodnim primerom, projekat koji se takođe može uvrstiti u kontekst repera digitalnog dizajna urbanog gradskog trga i kao jedan od modela u kom je istražen novi način definisanja forme jeste projekat nadstrešnice ispred zgrade Vestengejt (Westengate), sa središtem u Frankfurtu [4]. Iako se projektantski studio ovog projekta ne bavi staklenicima, element koji predstavlja potencijal za korišćenje u praksi konstruktivnog sklopa staklenika su stubovi, nalik grananju drveća, na koje se oslanja slobodna forma nadstrešnice (Slika 1).

Ovakva forma granolikih stubova često je interpretirana u digitalnom dizajnu arhitekture, poznatiji kao L-sistem [5].

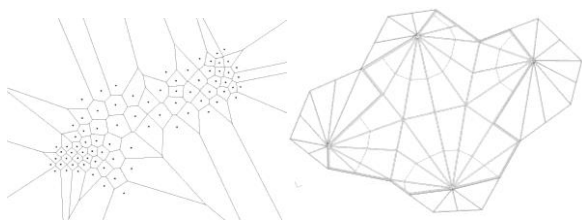


Slika 1. Prikaz razvijene forme stubova, nalik grananju drveća, kao potporni sistem nadstrešnice

Sa druge strane, na primeru Vudlend Grinhaus (Woodland Greenhouse) objekta u Tajvanu, dolazi do direktnog prožimanja i sjedinjavanje arhitekture i prirode. Ovim posebnim pristupom uspostavljeno je smeštanje objekta u njenom prirodnom staništu, izborom lake konstrukcije i mrežastog materijala.

Na primeru objekta za slonove u zoološkom vrtu u Cirihi, kreirana je organska slobodna forma koja odgovara svom prirodnom okruženju. Složeni drveni krov, koji naslućuje na životinjski oklop, ispunjen je pločama od polikarbonata.

Kod narednog primera staklenika u Gruningenu, Nemačka, takođe je forma proistekla iz oblika nastalih u prirodi (Slika 2). Inspiracija za krov staklenika bio je model Voronoi ćelija, za stubove to bio sistem grananja drveća, a staklena ovojnica je generisana prema obliku Voronoi krovne ravni [6].



Slika 2 - Prikaz uticaja Voronoi oblika na heksagonalnu formu krova staklenika u Gruningenu

Ovaj objekat takođe upotrebom materijala poput čelika i stakla, nadovezuje se na kontekst u kojem je izgrađen. Pored primene parametarskog pristupa koji omogućava kreiranje interesantnih formi, potrebno je ponekada iskoristiti i napredne računarske mogućnosti za simulaciju strukturalne stabilnosti objekta, kao i zadovoljenje određenih uslova. Na primeru nadstrešice objekta Grejt Kort (Great Court) sa središtem u Britanskom muzeju u Londonu, primenjena je napredna tehnika dinamičke relaksacije [7]. Navedinim primerima tipova staklenika,

prikazana su dostignuća, razvoj i rezultati, postignuti kroz istoriju, kao i doprinos digitalnih tehnika na polju arhitekture.

1.3. Problem

U toku istraživanja, navedenih projekata gradnje staklenika, ukazuju se određeni problem, poput: prokišnjavanja atmosferske vode unutar staklenika, nepogodne upotrebe materijala za njihovu izgradnju i zasićenost formom staklenika za koju postoji potencijal za njenu dalju genezu. Upotrebom određenih digitalnih softvera moguće je fokusirati se na nedostatke nastale u istoriji i baviti se njihovim unapređenjem i ispitivanjem.

1.4 Cilj

Naglasak u ovom radu je na generisanju forme staklenika, koncentrišući se na problem sakupljanja kišnice na krovu staklenika i sistem odvođenja vode. Istraživanje ovog problema je značajno jer se omogućava da forma staklenika prezentuje arhitektonski koncept, a da ujedno infrastruktura sakupljanja kišnice bude integrisana u formi objekta i unapređena.

1.5 Kriterijumi

Način na koji bi se proverilo da li je novi model staklenika bolji od onog koji trenutno postoji, je poređenjem njihovih performansi. Glavni kriterijumi, da li je primenjen postupak pronalaženja nove forme staklenika zadovoljavajuć, je dobijeni rezultat simulacije i grafičkih prikaza površi gde se najviše sakuplja atmosferska voda na krovu staklenika i simulacijom slivanja kišnice, da li se rešava problem taloženja atmosferske vode na krovu staklenika.

2. METODE

U ovom poglavlju naglasak je na generisanju forme staklenika, kreirane prema modelima Voronoi ćelija i L-sistema, a zatim na poređenju performansi objekta u trenutnom stanju staklenika u kampusu i novog modela staklenika. Takođe su istaknuti grafički prikazi površi gde se najviše sakuplja atmosferska voda na krovu staklenika i simulacija slivanja kišnice, kojom se pokazuje da se slivanje kišnice na generisanoj formi krova staklenika odvija nesmetano.

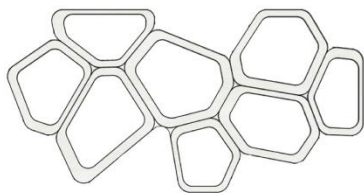
2.1. Generisanje forme

Novoprojektovana forma staklenika inspirisana je prirodom i njenim modelima, na sledeći način: modelom Voronoi ćelija, pri generisanju krovne ravni i grananjem drveća, u primeni kreiranja forme stubova. Staklenik je tako podeljen na tri glavna segmenta – nadstrešnicu, stubove i zastakljenu fasadu, kojom se sjedinjava forma objekta. Generisana organska forma objekta staklenika, tako odgovara prirodnom kontekstu u koji se smešta objekat. Generisanje nove forme objekta staklenika primenjeno je u digitalnom dizajnu, kombinacijom Rhino programa i Grasshopper dodatka za program.

2.1.1 Voronoi ćelije nadstrešnice

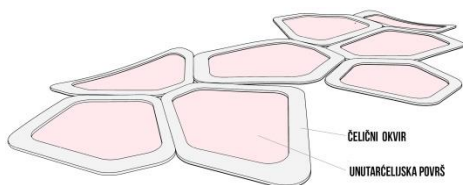
Generisanje forme objekta staklenika započeto je od krovne ravni. Njen oblik kasnije zadaje krajnju formu ovojnice – fasade staklenika. Digitalni dizajn nadstrešnice podrazumeva više faza. Prvobitno su prikupljene

dimenzije trenutnog stanja objekta, kako bi se ovaj projekat nadovezao na stari. Zatim je generisano više varijacija forme krovne ravni, tako da finalni izgled nadstrešnice predstavlja oblik sa osam Voronoi ćelija većih razmera (Slika 3).



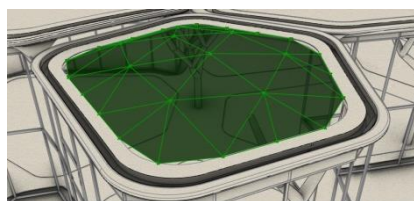
Slika 3 – Prikaz finalnog izgleda nadstrešnice

Generisane krovne ćelije sadrže u svom okviru dva elementa – okvir i unutarćelijsku površ (Slika 4).



Slika 4 - Prikaz zakrivljenih okvira ćelija i unutarćelijske površi, koja se dalje optimizuje

U okviru ćelije, napravljenom od čelika, nalazi se oluk sa otvorima, dok unutarćelijska površ služi za dalju optimizaciju, radi kreiranja adekvatnog nagiba površi, kako bi se atmosferska voda efektnije slivala ka olucima. Kao krajnja faza generisanja krovne ravni staklenika, izvršeno je zakrivljenje okvira - oluka krova, radi boljeg procesa odvođenja kišnice sa krova staklenika. Unutarćelijska površ je u ovoj fazi ravna površ, koja ima veoma važnu ulogu pri sistemu slivanja kišnice, zbog čega iziskuje dalju optimizaciju. Radi najboljeg vida slivanja kišnice, od baze unutarćelijske površi generiše se njen sferni oblik. Digitalnim dizajnom, sferna forma površi, od polikarbonata i čelika, kreirana je, kroz više varijacija, po modelu dinamičke relaksacije (Slika 5).



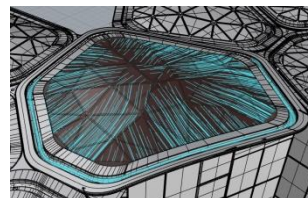
Slika 5 - Prikaz finalne varijante optimalne – srednje visine sferne forme unutarćelijske površi

Organska forma nadstrešnice, nastala genezom Voronoi ćelija i sfernih membrana svake ćelije, glavni su pokretači usmeravanja atmosferske vode ka prethodno zakrivljenim olucima krovnih ćelija i vertikalno postavljenim stubnim olucima, koji su ujedno i potporni sistem kreiranoj nadstrešnici.

2.1.2 Sistem grananja stubova - oluka

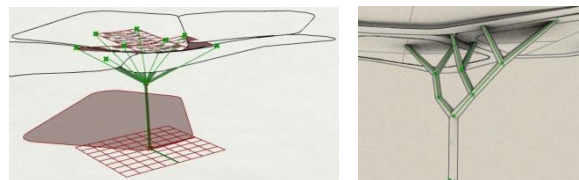
Atmosferska voda sa krova staklenika usmerava se ka olucima nadstrešnice, zatim ka stubovima. Stubovi imaju dvojnu funkciju. Prva funkcija je u vidu konstrukcije, kao glavni oslonac nadstrešnice staklenika. Drugu predstavlja funkcija odvođenja vode, u vidu oluka. Na projektu staklenika je primenjena logika L-sistema, koja je obrađena i modifikovana kao improvizovani način

generisanja pravila grananja u digitalnom dizajnu. Pre početka formiranja stubova, ispitana je funkcionalnost sfernih ćelija nadstrešnice i efikasnost usmeravanja atmosferske vode u više različitih pravaca, ka sistemu oluka. Nakon izvršene simulacije (Slika 6), kojom je utvrđeno da postoji nesmetano slivanje atmosferske vode u više pravaca, izvršen je još jedan vid merenja.



Slika 6 - Prikaz finalne faze simulacije slivanja kišnice na jednoj od ćelija novog modela staklenika

U pitanju su merenja koja rezultuju grafičkim prikazima osenčenih mesta, gde se najviše sliva i sakuplja kišnica na krovu staklenika, a gde najmanje, da nema odvoda. Takođe, regije najvećeg taloženja vode na krovu određuju neophodne pozicije postavljanja stubova – oluka. Nakon izvršenih grafičkih merenja i merenja simulacijom, sledi istraživanje načina generisanja stubova, kreiranih prema pravilu grananja drveća. Kreirana su dva načina formiranja oblika stubova, s tim da jedan od nji daje bolje rezultate. U prvom primeru, stub je kreiran iz tačke na osnovnoj ravni, koja je postavljena kao pozicija od koje se dalje generiše stub kao oslonac i njegove grane ka tačkama na krovnoj ravni (Slika 7 levo).



Slika 7 (levo) - Prikaz prvog primera generisanja stuba; Slika 7 (desno) – Prikaz drugog primera generisanja stuba

Pomenuti primer ne daje najbolje rezultate iz sledećih razloga: Ukoliko se kreira stub i spoji sa određenim tačkama otvora na olucima nadstrešnice, grane stubova pri krovu nadstrešnice imaju nagli pad ka osnovnom stubu. Takođe, se ne postiže pravilo L-sistema, pri kojem izgled stubova predstavlja realističnu imitaciju grananja drveća. Prema tome, prvi primer generisanja stubova, utvrđuje da sistem obrnutog redosleda formiranja stubova daje bolje rezultate – generisanje stuba kroz više iteracija, od tačaka na krovnoj ravni, ka tački na osnovnoj ravni (Slika 7 desno).

Prednosti generisanja novog modela staklenika ukazane su uvođenjem razgranatih stubova – oluka, kojim se olakšava sistem odvođenja vode sa krova, ali se istovremeno i vizuelno oblikuje koncept organske forme staklenika, kao imitacije prirode. Takođe, kako bi se unutrašnji prostor što više oslobodio, pozicija stubova se svodi na minimum.

Jedan stub sistemom grananja istovremeno pridržava više ćelija krova staklenika. Veoma bitan faktor koji doprinosi

konceptu stvaranja samoodržive strukture staklenika jeste sakupljanje kišnice u podzemnim rezervoarima. Najefikasniji podzemni rezervoari, primenjeni na novom modelu staklenika, izrađeni su od *as-rigofill* materijala. Generisanjem stubova, kao oslonca prethodno definisane nadstrešnice, počinje naredna faza zatvaranja i zastakljavanja objekta.

U okviru ove faze objedinjuju se prethodne dve faze i strukturno definiše celokupna forma novog modela staklenika.

2.1.3 Generisanje staklene ovojnice

Generisanjem glavnih segmenata staklenika – nadstrešnice i stubova, da bi se zaštitile biljke unutar okvira strukture, staklenik se zatvara staklenom fasadom, koje ojačavaju čelični okviri.

Kako bi se stvorio sklad forme staklenika i enterijera, kreirana su zaseba polja, formirana prema obimu zasebne Voronoi ćelije, namenjena sađenju biljaka. Kreiranjem polja vizuelno je formirana putanja kretanja ljudi unutar objekta, na osnovu čega je generisano popločanje oko biljnih polja. Tako je obuhvatanjem, do sada generisanih elemenata projekta staklenika – nadstrešnice i stubova, u okviru staklenog omotača, objedinjena je celokupna struktura staklenika.

3. REZULTATI

U ovom projektu je pokušano da se dokaže mogućnost stvaranja efikasnog sistema, gde se teži da dimenzije gabarita objekta ostaju iste, kao u trenutnoj strukturi staklenika u kampusu, jedino uz izmenu infrastrukturnog sistema odvođenja kišnice sa krova staklenika. Upotrebom simulacije slivanja vode na objektu staklenika u kampusu i novog modela staklenika, dobijeni rezultati na osnovu kojih se pokazuje da je novi sistem odvođenja kišnice sa krova staklenika pogodan za korišćenje i bolji od uporednog primera staklenika.

Kako bi se održala glavna funkcija staklenika, kao prostora za odgajanje biljaka pod određenim klimatskim uslovima, struktura staklenika sastojana iz nadstrešnice i stubova se zatvara konstrukcijom stakla i čelika (Slika 9).



Slika 9 - Prikaz vizualizacije enterijera staklenika

4. ZAKLJUČAK

Poboljšanje efikasnosti staklenika, uopšteno govoreći predstavlja značajan korak u razvoju poljoprivrede. U ovom radu napravljena je komparativna analiza dve forme staklenika – sa grebenom i brazdom i organska forma.

Rezultati generisanja novog modela staklenika prikazuju šta može da se postigne kompletnom optimizacijom forme i infrastrukture staklenika. U radu su istaknuti elementi po kojima se nov model razlikuje od ostalih tipova gradnje staklenika, a kombinovanjem arhitektonskih, digitalnih modela, pa čak i onih koji su potekli iz prirode zaključuje se da je, prožimanjem više medija i njihovih grana, takav koncept ostvariv. Na primeru istraživanja forme i generisanja modela staklenika zaključuje se, da je primenom parametarskog načina modelovanja objekata, moguće olakšano postići formu kojoj težimo, uz istovremeno razmišljanje o načinu njenog održavanja. Tim pristupom se uobličava sveobuhvatna ideja o projektovanju u okviru digitalnog dizajna, koja pruža potencijal za simbiozu trojne morfeme - forme, funkcije i konstrukcije.

5. LITERATURA

- [1] Joseph Paxton: Biography, Style & Works, <https://study.com/academy/lesson/joseph-paxton-biography-style-works.html>, sajtu pristupljeno 26.jula,2020, Christopher Muscato
- [2] The Crystal Palace and its Place in Structural History, Bill Addis, International Journal of Space Structures, str.8
- [3] Amazon Spheres / NBBJ, <https://www.archdaily.com/920029/amazon-spheres-nbbj>, pristupljeno 20.avgusta, 2020, ArchDaily, 2019.
- [4] WestendGate / Just Burgeff architekten + a3lab, <https://www.archdaily.com/175519/westendgate-just-burgeff-architekten-a3lab>, sajtu pristupljeno 27.avgusta, 2020, ArchDaily, 2011.
- [5] An Introduction to Lindenmayer Systems, http://www1.biologie.uni-hamburg.de/b-online/e28_3/lsys.html, sajtu pristupljeno 06. septembra, 2020, Gabriela Ochoa, 1998.
- [6] Greenhouse at Grüningen Botanical Garden by Buehrer Wuest Architekten, <https://www.dezeen.com/2012/09/03/greenhouse-at-grueningen-botanical-garden-by-buehrer-wuest-architekten/>, pristupljeno sajtu 21. avgusta, 2020.godine, Amy Frearson,2012.
- [7] The Modified Dynamic Relaxation Method for the Form-Finding of Membrane Structures, str.2846.

Kratka biografija:



Nina Papić rođena je u Subotici, 1995. Diplomirala je 2018. godine na osnovnim akademskim studijama, smer Scenska arhitektura, tehnika i dizajn, na Fakultetu tehničkih nauka, u Novom Sadu. Master studije Digitalne tehnike, dizajn i produkcija u arhitekturi i urbanizmu upisuje iste godine. Zajedno sa timom studenata i profesora, jedan je od osnivača studentskog festivala Impuls. Godine 2019. učestvovala je u organizaciji Exit festivala u Novom Sadu. Radila je kao asistent menadžmenta festivala i kao koordinator arhitekta festivala.